

# 科学研究費助成事業（基盤研究（S））公表用資料 〔令和5（2023）年度 中間評価用〕

令和5年3月31日現在

研究期間	：2021～2025
課題番号	：21H04980
研究課題名	：酸素同位体比年輪年代法の高精度化による日本列島の気候・生産・人口変動史の定量化
研究代表者氏名（ローマ字）	：中塚 武（NAKATSUKA Takeshi）
所属研究機関・部局・職	：名古屋大学・環境学研究科・教授
研究者番号	：60242880

## 研究の概要：

本研究は、中世以前の日本列島の歴史に対して仮説提案・検証型の新しい定量的研究方法論を創出することを最終的な目的として、酸素同位体比年輪年代法を土台にした2つの研究手法（高時間解像度の古気候データを使った生産と人口の変動シミュレーションと遺跡出土材の個別年代測定による木器の年別出現数ヒストグラム）を創出して統合し、気候変動が社会に与えた影響の全面的理解を試みる研究である。

研究分野：考古学一般

キーワード：年輪年代法、酸素同位体比、気候変動、農業生産、人口、日本列島

## 1．研究開始当初の背景

中世以前の日本列島には生産や人口に関する定量的な文献史料は殆どなく、歴史の理解への大きな制約となってきた。考古資料には遺構数や遺物数から過去の生産量や人口を推定できる可能性があるが、日本考古学の年代は土器の型式・様式による相対年代であり、放射性炭素年代にも相当の誤差があるため、「単位時間当たりの遺物・遺構数」を求めるには、それらの暦年代をより正確にする必要がある。

年輪年代法は、木質遺物に年単位の年代を与えられるだけでなく、農業生産や人口にも影響する気候の変動を復元できるので、気候変動に起因する生産や人口の変動の推定という「仮説の提案」と、木器の年毎の出現数に表れた生産や人口の変動の計測という「仮説の検証」からなる、双方向の研究を可能にする。実際に長期に亘る年輪考古学・年輪気候学の蓄積がある米国南西部では、両者の比較から過去千年以上に亘る気候・生産・人口の変動の因果関係が、詳細に議論されてきた。

従来の日本では、年輪幅で年代決定できるのは針葉樹の大径材に限られ、農業生産を規定する夏の気候の年輪幅による復元も難しかったが、近年、年輪のセルロース酸素同位体比を年代決定と気候復元に用いることで、広葉樹材や小径材の年代決定が可能になり、夏の気候の年単位での復元も行われて、日本列島の歴史と気候の間の密接な関係性も明らかにされつつある。つまり米国南西部の年輪年代法を用いた気候・生産・人口の定量的な復元研究が、文献史学と考古学の両面で遥かに多様な研究の蓄積をもち、格段に豊富な遺跡発掘調査の件数と情報を有する日本列島においても、可能になりつつある。

## 2．研究の目的

本研究には2つの戦略がある。第1の戦略は米国南西部と同様に長期間の研究成果の蓄積を待つことである。今後、酸素同位体比年輪年代法により年代決定に成功する木質遺物が増えてくることは間違いなく、やがて人間活動の定量的な変遷が「地域毎の木器の年毎出現ヒストグラム」の形で徐々に姿を現すはずである。これに加えて第2の戦略は、特定の時代と地域を対象に、先行して気候・生産・人口の変動を高精度に明らかにすることである。その際、従来の酸素同位体比年輪年代法では年代決定に至らなかった年輪数の少ない材の年代決定ができれば目標はより早く達成できる。本研究では、そのために従来の「年単位」に加えて、酸素同位体比の「年層内変化」のマスタークロノロジーを構築する。そして出土材のセルロース酸素同位体比の経年・年層内変化の両方を、マスタークロノロジーと照合することで、高い確率で年代決定を成功させると共に、これまでは「ひと夏の平均」として提示してきた気候復元のデータを「月・旬単位」にまで高解像度化し、個々の洪水や干ばつ等の気象災害の発生まで明らかにすることで、高精度の気候・生産・人口の変動シミュレーションを行うことを目指している。

## 3．研究の方法

本研究では、3つの角度から研究を進めている。

- 1．酸素同位体比の年単位クロノロジーの時空間的拡充を進めながら、弥生後期・古墳後期などの数十年周期での気候変動の激しい時代を中心に、年層内変動のクロノロジーを構築し、日本列島における気候変動の復元と木質遺物の年代決定の条件を飛躍的に向上させる。
- 2．得られたクロノロジーを元に、小径木を含む遺跡出土材の網羅的な年代決定を進め、遺跡毎・地域毎の出土木器の年別出現ヒストグラムを作成すると共に、気候変動が農業生産や人口の変動に与えた

影響をシミュレーションして、両者を統合し、既存の研究で暦年代が付与されてきた考古資料（遺跡や遺構、木器以外の遺物の数）や文献史料（古代～近世の限られた農業生産や人口の記録）とも照合して、前近代日本列島の気候・生産・人口の変動史を定量的に明らかにする研究方法論を確立する。

3. 酸素同位体比年輪年代法の分析・解析のための技術を、自治体の埋蔵文化財センターや民間の環境分析会社、大学の考古学教室などの関係者に広めるため、定期的に講習会を開催して、技術や手法の普及を図り、合わせて本研究課題の早期達成のための条件を構築する。

#### 4. これまでの成果

まず「生産と人口のシミュレーション」については、特に数十年周期の気候変動の振幅拡大が起きた紀元前4 - 3世紀、紀元2世紀、6世紀などを対象に、それらの変動を計算することで、各時代における難民発生や住居移転の可能性を議論すると共に、弥生時代の広域の地形復元が進んでいる大阪府・河内平野において、空間的シミュレーションの前提となる地形と水害の関係のモデル化などの作業を進めている。

また「木器の年別出現ヒストグラム」の前提として、全国各地の遺跡出土材の年代決定を進めると同時に、コロナウイルスの感染防止に留意しながら酸素同位体比年輪年代法の講習会を複数回開催し、技術の普及に努めてきた。同時に「現代～弥生時代」および「弥生時代～縄文時代中期」の長期クロノロジーを国際誌に発表（後述6の英語論文参照）して、国内外の関係者による成果の直接利用を可能にした。

さらに本研究の第2の戦略である「より早く目標を達成する」ために、大量の木材が出土した遺跡からの多数の資料の収集とその網羅的な年代決定、および、年代決定の確度を向上させるための酸素同位体比の年層内変動の分析を進めた。前者については、弥生～古墳の様々な時代の木材が出土した京都府城陽市の小樋尻遺跡や、弥生時代の矢板列を中心に莫大な数の木材が出土した福岡県北九州市の屋敷遺跡などから、多数の貴重な出土材を収集させて頂き分析を進めている。後者については、現生の様々な樹種の木材を用いた基礎的検討を進めると共に、酸素同位体比年輪年代法で年代が決まっている近畿・東海のさまざまな出土材を対象にして、セルロース酸素同位体比の年層内（6分割もしくは2分割）データの取得を進め、特に古墳時代前期のさまざまな層位から大量の木器が出土している愛知県安城市の矢作川流域の遺跡群の資料などを対象に、クロノロジー構築に向けた年層内変動のデータベースの作成を進めている。

#### 5. 今後の計画

当初の予定通り、以下の3つの項目に並行して取り組む。

1. 年輪酸素同位体比の「経年変動クロノロジー」と「年層内変動クロノロジー」の構築と拡充。
  2. 遺跡出土材の網羅的な年代決定（遺跡毎・地域毎の木器の年別出現ヒストグラムの作成）と、さまざまな時間・空間のスケールで起きる気候変動が農業生産や人口の変動に与えた影響の解析（シミュレーションモデルの拡充とそれをを用いた様々な計算）及び両者の比較統合。
  3. 酸素同位体比年輪年代法の技術移転のための、地方自治体の埋蔵文化財センターや民間の分析会社の職員や考古学や自然科学の院生・学生に対する、定期的な講習会の開催。
- また本研究の中で明らかとなってきた、以下の3つの点にも留意しながら、研究を進める。
- A. 気候と社会の定量的関係を議論している欧米の考古学・歴史学・古気候学の研究者らとの共同研究
  - B. 酸素同位体比の気候成分の抽出のために必要な水素同位体比の分析条件の改良
  - C. 農業生産力の長期変動モニタリングに必要な堆積物に含まれる作物由来物質を測定する研究との連携

#### 6. これまでの発表論文等（受賞等も含む）

Masaki Sano, Katsuhiko Kimura, Fusa Miyake, Fuyuki Tokanai, Takeshi Nakatsuka (2023) Two new millennium-long tree-ring oxygen isotope chronologies (2349-1009 BCE and 1412-466 BCE) from Japan. *Radiocarbon* 印刷中（査読有）。

Masaki Sano, Zhen Li, Yumiko Murakami, Megumi Jinno, Yoko Ura, Akihiro Kaneda, Takeshi Nakatsuka (2022) Tree ring oxygen isotope dating of wood recovered from a canal in the ancient capital of Japan. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 45, 103626, <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2022.103626>（査読有）。

中塚 武（2022）纏向遺跡の出土材年輪年代決定に向けて 酸素同位体比の年層内変動解析．*纏向学研究* 10「纏向学の最前線 - 桜井市纏向学研究センター設立10周年記念論集」, 309 - 316.（査読なし）

中塚 武（2022）樹木年輪酸素同位体比の周期性からみた「高地性集落」の背景．*古代文化* 74(2) 68-75.（査読なし）

中塚 武（2022）『気候適応の日本史 - 人新世をのりこえる視点』吉川弘文館，東京，pp.256.（本書は、2022年11月に古代歴史文化普及協議会（島根県・奈良県・三重県・和歌山県・宮崎県）による「第8回古代歴史文化賞優秀作品賞」を受賞した）

#### 7. ホームページ等

本基盤Sに対応したホームページは、特に整備していない。